

胃粘膜の構築に関する比較組織学的, 組織化学的研究

著者	鈴木 一憲
号	304
発行年	1985
URL	http://hdl.handle.net/10097/16058

氏 名 (本籍) すす き かず のり
鈴 木 一 憲

学 位 の 種 類 農 学 博 士

学 位 記 番 号 農 第 3 0 4 号

学位授与年月日 昭和 6 1 年 3 月 1 3 日

学位授与の要件 学位規則第 5 条第 2 項該当

学 位 論 文 題 目 胃粘膜の構築に関する比較組織学的，
組織化学的研究

論 文 審 査 委 員 (主 査)

教授 玉 手 英 夫 教授 津 田 恒 之

教授 堀 口 雅 昭

論文内容要旨

胃は食物の消化と栄養の吸収に深く関与しており、家畜の胃構築とその特徴を明らかにすることは重要な課題である。しかしながら家畜の胃、とくに腺胃に関する形態学的研究は少なく、基本的胃構築に関する議論も不十分である。

このため、まず農業用家畜とこれまで報告のみられていない近縁の野生動物を含めて胃構築について検討し、家畜の胃構築に関する問題点を提起した。つぎに、草食動物として特殊化している家畜の胃構築に関する問題点について検討するため、哺乳動物の一般的な形態的特徴を多く持ち、かつ種が多く、食性の多様な霊長目の胃構築について組織学的に調べ、さらに粘液物質について組織化学的に調べた。(第一章)

1. 家畜の胃粘膜における比較組織学と粘液物質の組織化学

まず農業用家畜の胃構築を検討するため、偶蹄目反芻亜目のウシ、ヤギ、ヒツジ、ニホンジカ、イノシシ亜目のブタ、ペッカリー、カバと奇蹄目のウマについて胃底腺の組織学的比較と粘液物質の組織化学的比較を行なった。胃底腺粘膜の厚さは反芻亜目で薄く、イノシシ亜目で厚い傾向が見られた(図1, 表1)。反芻亜目においては、草食性の強いウシ科の3種では胃底腺粘膜に対する胃底腺の長さの比がニホンジカより小さくなり発達が劣るのに対して、イノシシ亜目では、カバのように大型ですぐれた前胃を持ち草食性の強い種は胃底腺粘膜が厚く腺構造も発達することが認められた(図2, 3)。すなわち二つの亜目で草食性にとまなう胃底腺の適応に特徴的な差が見られた。このことは反芻亜目の胃底腺粘膜に特異なヒダ(第四胃ヒダ)があることと関係すると思われる。

AB-PAS染色およびHID-AB染色による胃粘膜の粘液物質の組織化学は、偶蹄類の両亜目で同じ様な傾向が見られた。すなわち反芻亜目ではスルフォムチンが多量に見られ（表2）、イノシシ亜目でも中性粘液に加えて、シアロムチン、スルフォムチンとも多く観察された（表3）。また奇蹄目のウマでは中性粘液とシアロムチンが観察された（表3）。このことより胃粘膜の粘液組成は目、亜目等系統的な傾向を示すことも考えられるが、本章で調べた家畜はブタを除いてすべて草食動物か草食性の強い動物であるので、これらの動物でスルフォムチンやシアロムチンの酸性粘液が多く観察されたことはあるいは食性と直接関係するのではないかと考えられた。しかしながら、二つの目にまたがる農有用有蹄家畜とその近縁野生種の小数の比較のみでは、明確な結論を得ることは困難であった。（第二章）

2. 霊長目の胃粘膜の比較組織学

つぎに、27種の霊長類（表4）の胃粘膜について組織学的に比較した。胃粘膜を構成する噴門腺、胃底腺、幽門腺の分布は種により異なっていたが、噴門腺の分布から大きく三型に分類した。Ⅰ型は噴門腺粘膜が噴門部に狭く分布しているもの（図6-1）、Ⅱ型はこれが胃底部まで分布しているもの（図6-2）、Ⅲ型はこれが嚢状部と管状部からなる前胃に広く分布しているものとした（図6-3）。Ⅰ型の胃を持つものは主に果実食性や食虫性、Ⅱ型は植物食性の強い雑食性、Ⅲ型は葉食性であることが生態学的に知られている。このことから、この三型の分類は食性との関係が深いと考えられた。また、Ⅱ型はオマキザル上科とオナガザル上科のいずれにも見られ、オナガザル上科にはⅡ型とⅢ型が見られたことより、霊長類での胃の特殊化は上・亜科のレベルで独立

的かつ平行的に起こったと考えられた（図4）。

つぎに胃底腺粘膜について粘膜の厚さ，胃底腺の長さ，総細胞数，壁細胞数について計測を行なった（表5）。その結果27種の霊長類で粘膜の厚さと胃底腺の長さの間に強い直線的相関がみられた（図5）。Ⅱ型の胃粘膜ではⅠ型に比べて胃底腺が長く，腺の一側あたりの総細胞数と壁細胞数が多く，腺の発達が良いと判定された。Ⅲ型は両型の間間的であった。これらのことより，草食性に伴う胃底腺の発達により単腔胃では粘膜が厚くなる傾向が見られ，一方前胃が形成されると胃粘膜はむしろ薄いことがわかった。（第三章）

3. 霊長目の胃粘膜における粘液物質の組織化学

霊長目の胃粘膜の粘液物質について第二章と同様の方法を用いて組織化学的に検討した（表6）。Ⅰ型では中性粘液が多く，酸性粘液は少なかった。Ⅱ型では，中性粘液，酸性粘液ともに多く，Ⅲ型では酸性粘液，特に硫酸基を含んだスルフォムチンが多かった。この傾向は胃内腔面を覆っている表層粘液細胞で顕著であったが噴門腺細胞，胃底腺副細胞，幽門腺細胞では明瞭ではなかった。すなわち，草食性が強いほど胃粘膜のとくに表層粘液細胞は酸性粘液とくにスルフォムチンを多く含むことが認められた。（第四章）

4 総括

哺乳類の胃の形態と胃腺の分布は動物種により異なっており，それらの種と食性の関係について古くより多くの議論の的になっている。本研究の成績をもと

に、これまで知られている各種哺乳類の胃での知見を加えて胃粘膜型の分類を試みた（図6）。Ⅰ型は噴門腺が噴門部に狭く分布するもので、Ⅰ型霊長類の他イヌ、ネコ、ウサギに見られた。Ⅱ型は噴門腺が胃底部まで広く分布するものでⅡ型霊長類とブタに見られた。Ⅲ型は前胃がほとんど噴門腺粘膜からなるもので、Ⅲ型霊長類とカンガルーに見られた。Ⅳ型は前胃が重層扁平上皮と一部噴門腺粘膜からなるもので、ナマケモノ、ペッカリー、ラクダに見られた。Ⅴ型は前胃が重層扁平上皮のみからなるもので、カバ、ウマ、反芻類に見られた。ウサギとペッカリー以外ではこの分類はそれぞれの含まれる種類の食性とよく対応しており、哺乳類においては胃構築と食性の間に明らかな関係があり家畜もその例外ではないことが示唆された。

霊長目では種間の胃底腺の発達の差は粘膜の厚さで示されると考えられるが、食虫性、果実食性の種で胃底腺粘膜が薄く、草食性の強い雑食性の種では粘膜が厚かった。しかし葉食性の種ではこれらの中間であった。このことから草食性に適応するにしたがい胃底腺粘膜は厚くなるが、前胃が発達すると粘膜は逆に薄くなることがわかった。霊長目の胃は哺乳動物の胃の原始的な形態を比較的良く保持していることからこの傾向は食性の変化にともなう哺乳動物の胃の発達の初期の特徴と考えられた。有蹄類ではこれに対してカバ、ウマ、ラクダ等の草食性の強い種で胃底腺が粘膜が厚くなる傾向が認められた。これは食性よりもこれらの種の大型化という他の因子が関与しているのかもしれない。

また、胃粘膜の粘液物質の組成については霊長目において組織化学的に調べた結果、胃粘膜、特に表層粘液細胞の粘液物質の組成は食性に深く関与し、恐らく胃粘膜の保護に関係があることが示唆された。この様な粘液物質の組成と食性の関係は家畜で得られた結果とも一致しており、哺乳動物の一般的特徴と

いえるかもしれない。これまで胃粘膜の粘液物質組成と食性との関係について Burkl(1950) と Krause(1973) は両者に深い関係があることを報告しているが、Odour-Okelo(1976) と Sheahan & Jervis(1976) はこの様な関係は見られないとしているなど意見の一致が見られていない。この大きな理由として草食性であるウサギとハムスターに中性粘液が多いことが挙げられているが、これらの種が糞食をすることと関係することもあると考えられる。(第五章)

以上、本研究ではこれまで明確さを欠いていた家畜の胃構築とその食性など消化機能上の意義について、食性に変化があり多数の種類を含む霊長目の研究より得られた結果を用いて比

較形態学的考察を行なった。その結果、大型有蹄家畜で見られる胃構築と食性に関する機能的意義は哺乳類の胃構築の一般性に基づくものと、反芻家畜の第四胃のように特異性の強いものとがあり、極めて複雑であることが判明した。しかしながらこれまで得られた知見は家畜の飼養や栄養生理に対し多くの基礎的示唆を提供するものと考えられる。

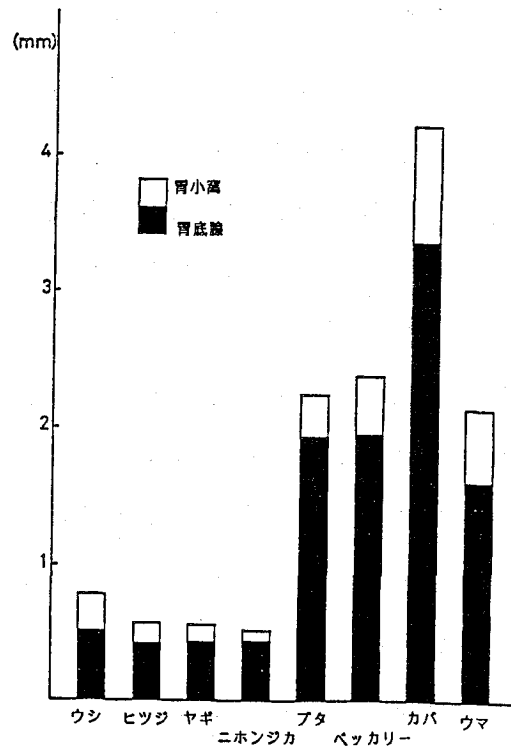


図 1 偶蹄目と奇蹄目の胃底腺の計測の平均値

表1 有蹄家畜および近縁野生種の胃底腺粘膜の計測値

		粘膜の厚さ	腺の長さ	胃小窩の長さ	MG比
ウシ	1	0.90	0.60	0.30	66.7
	2	0.83	0.54	0.29	65.1
	3	0.59	0.38	0.21	64.4
		0.77	0.50	0.27	65.4
ヤギ	1	0.56	0.40	0.16	71.4
	2	0.55	0.42	0.13	76.4
	3	0.36	0.23	0.13	63.9
	4	0.50	0.30	0.20	60.0
	5	0.35	0.22	0.13	62.9
	6	0.38	0.25	0.13	65.8
	1-6	0.45	0.30	0.15	66.7
adult	1,2	0.56	0.41	0.15	73.2
ヒツジ	1	0.60	0.48	0.12	80.0
	2	0.58	0.47	0.11	81.0
	3	0.46	0.40	0.06	87.0
	4	0.44	0.33	0.11	75.0
	5	0.57	0.41	0.16	71.9
	6	0.62	0.43	0.19	69.4
	7	0.34	0.28	0.06	82.4
	8	0.35	0.26	0.09	74.3
	9	0.25	0.15	0.11	60.0
	10	0.25	0.14	0.11	56.0
	1-10	0.45	0.34	0.11	73.7
adult	1-6	0.55	0.42	0.13	76.4
ニホンジカ	1	0.50	0.41	0.09	82.0
	2	0.47	0.40	0.07	85.1
	3	0.56	0.48	0.08	85.7
		0.51	0.43	0.08	84.3
ブタ	1	1.69	1.35	0.34	79.9
	2	2.26	1.95	0.31	86.3
	3	2.11	1.85	0.26	87.7
	4	2.25	2.00	0.25	88.9
	5	2.22	2.00	0.22	90.1
	6	2.89	2.44	0.45	84.4
		2.24	1.93	0.31	86.2
ベッカリー	1	2.45	2.00	0.45	81.6
	2	2.30	1.90	0.40	82.6
		2.38	1.95	0.43	81.9
カバ		4.20	3.35	0.85	80.0
ウマ	1	2.25	1.70	0.55	75.0
	2	2.00	1.50	0.50	75.2
		2.13	1.60	0.53	75.1

MG比：胃底腺の長さ／胃底腺粘膜の厚さ×100（％）

表2 胃粘膜の粘液物質の組織化学（反芻亜目）

		中性粘液	シアロムチン	スルフォムチン
ウシ	噴門腺 表層粘液細胞	+	-	+
	噴門腺細胞	T	+	+
	胃底腺 表層粘液細胞	+	-	T
	胃小窩の細胞	T	-	+
	副細胞	T	T	+
	幽門腺 表層粘液細胞	+	-	T
	胃小窩の細胞	+	-	+
	幽門腺細胞	+	-	+
ヤギ	噴門腺 表層粘液細胞	+	T	+
	噴門腺細胞	T	(+)	(+)
	胃底腺 表層粘液細胞	+	+	T
	胃小窩の細胞	+	-	+
	副細胞	+	-	+~+
	幽門腺 表層粘液細胞	+	T	T
	胃小窩の細胞	+	-	+
	幽門腺細胞	- (+)	-	+~+
ヒツジ	噴門腺 表層粘液細胞	+	-	+
	噴門腺細胞	+	-	+
	胃底腺 表層粘液細胞	+	-	+
	胃小窩の細胞	+	-	+
	副細胞	+	+	+
	幽門腺 表層粘液細胞	+	-	+
	胃小窩の細胞	+	-	+
	幽門腺細胞	+	-	+
ニホンジカ	噴門腺 表層粘液細胞	+	-	+
	噴門腺細胞	T	-	1~+
	胃底腺 表層粘液細胞	+	-	T
	胃小窩の細胞	+	-	+
	副細胞（頸部）	T	-	+
	（底部）	-	-	1~+
	幽門腺 表層粘液細胞	+	-	T
	胃小窩の細胞	+	-	1~+
	幽門腺細胞	-	-	+

表3 胃粘膜の粘液物質の組織化学（イノシシ亜目、奇蹄目）

		中性粘液	シアロムチン	スルフォムチン
ブタ	噴門腺 表層粘液細胞	-	-	+
	噴門腺細胞	+	(+)	-
	胃底腺 表層粘液細胞	+	-	(T)
	胃小窩の細胞	-	-	+
	副細胞	+	+	-
	幽門腺 表層粘液細胞	+	(+)	(T)
	胃小窩の細胞	(+)	(+)	(+)
	幽門腺細胞	(+)	(+)	(+)
ベッカリー	噴門腺 表層粘液細胞	+	+	+(+)
	噴門腺細胞	+	-	T
	胃底腺 表層粘液細胞	+	-	1
	副細胞	+	-	-
	幽門腺 幽門腺細胞	+	-	-
カバ	噴門腺 表層粘液細胞	+	-	1
	噴門腺細胞	+	-	1
	胃底腺 表層粘液細胞	+	-	+
	胃小窩の細胞	+	-	+
	副細胞	1	+	1
	幽門腺 表層粘液細胞	+	-	+
	胃小窩の細胞	-	-	+
	幽門腺細胞	+	+	T
ウマ	噴門腺 表層粘液細胞	+	-	-
	噴門腺細胞	+~+	+	-
	胃底腺 表層粘液細胞	+	-	-
	胃小窩の細胞	+	-	-
	副細胞	+	-	-
	幽門腺 表層粘液細胞	+	-	-
	胃小窩の細胞	+	-	-
	幽門腺細胞	T~1	+	-

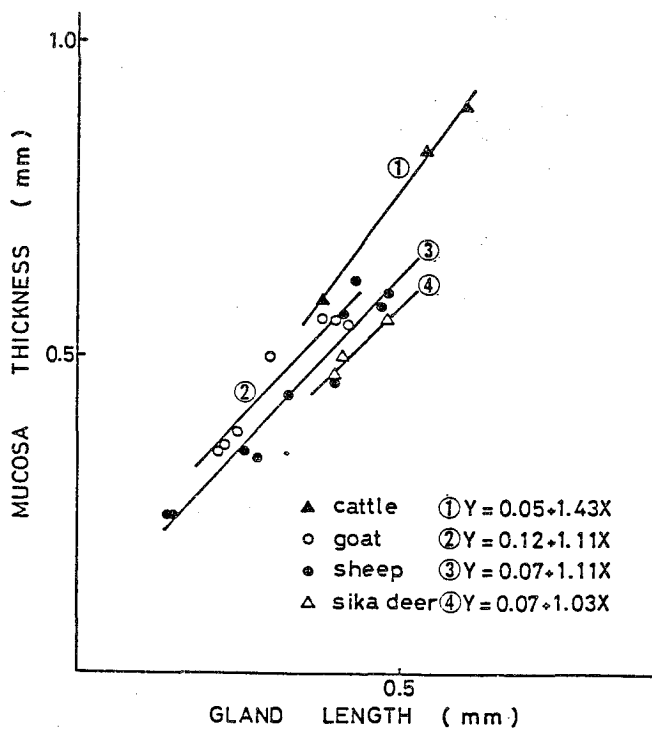


図2 反芻亜目の胃底腺粘膜と胃底腺の関係

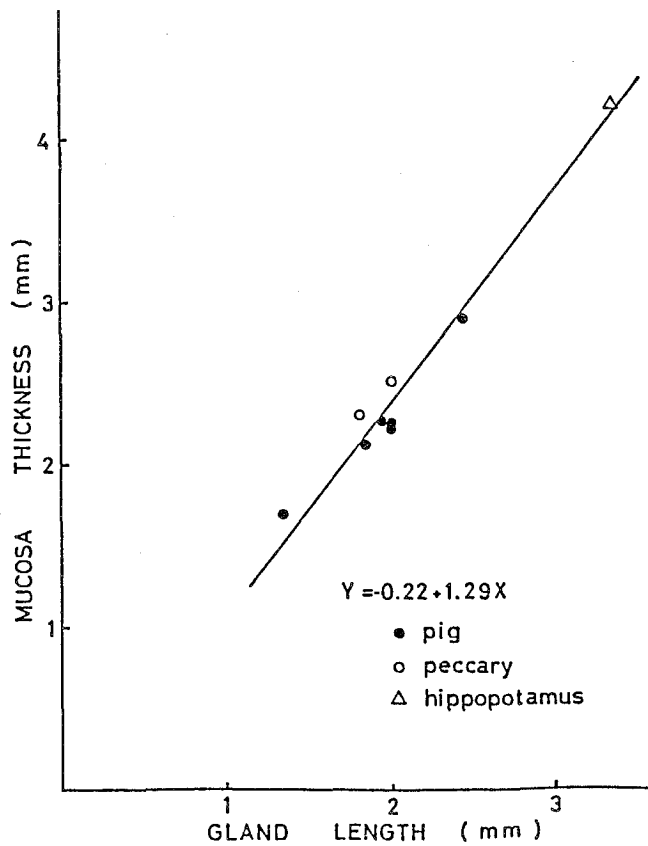


図3 イノシシ亜目の胃底腺粘膜と胃底腺の関係

表4 本研究で用いた霊長類の分類

原猿類亜目			
キツネザル科	キツネザル亜科	キツネザル属	マカコキツネザル (<i>Lemur macaco</i>)
ロリス科	ギャラゴ亜科	ギャラゴ属	オオギャラゴ (<i>Galago crassicaudatus</i>)
真猿類亜目			
オマキザル科	ヨザル亜科	ヨザル属	ヨザル (<i>Aotus trivirgatus</i>)
		ティティモンキー属	ダスキーティティ (<i>Callicebus moloch</i>)
	オマキザル亜科	リスザル属	コモンリスザル (<i>Saimiri sciureus</i>)
		オマキザル属	フサオマキザル (<i>Cebus appella</i>)
	クモザル亜科	ウーリーモンキー属	フンボルトウーリーモンキー (<i>Lagothrix lagotricha</i>)
マーモセット科	マーモセット亜科	マーモセット属	コモンマーモセット (<i>Callithrix jacchus</i>)
			シルバーマーモセット (<i>Callithrix argentata</i>)
		タマリン属	セマダラタマリン (<i>Saguinus fuscicollis</i>)
			シロクチャタマリン (<i>Saguinus labiatus</i>)
		ライオンタマリン属	ライオンタマリン (<i>Leontopithecus rosalia</i>)
オナガザル科	ゲルディモンキー亜科	ゲルディモンキー属	ゲルディモンキー (<i>Callimico goeldii</i>)
	オナガザル亜科	オナガザル属	ダイアナモンキー (<i>Cercopithecus diana</i>)
		ヒビ属	アヌビスヒビ (<i>Papio anubis</i>)
			ギニアヒビ (<i>Papio papio</i>)
		マンガベイ属	シロエリマンガベイ (<i>Cercocebus torquatus</i>)
		マカク属	バーバリーエイブ (<i>Macaca cylvana</i>)
			アカゲザル (<i>Macaca mulatta</i>)
			カニクイザル (<i>Macaca fascicularis</i>)
			ニホンザル (<i>Macaca fuscata</i>)
		ムーアモンキー	(<i>Macaca maura</i>)
	コロブスモンキー亜科	コロブスモンキー属	クロシロコロブス (<i>Colobus polykomos</i>)
		リーフモンキー属	フランソワールトン (<i>Presbytis francoisi</i>)
			ダスキーールトン (<i>Presbytis obscurus</i>)
オランウータン科	オランウータン亜科	テングザル属	テングザル (<i>Nasalis larvatus</i>)
		チンパンジー属	チンパンジー (<i>Pan troglodytes</i>)

表5 各種霊長類の胃底腺の比較

種名	① 個体数	② 粘膜の厚さ	③ 腺の長さ	④ MG比	⑤ 総細胞数	⑥ 壁細胞数	⑦ ⑤÷④×100
I							
マカコキツネザル	1	0.65	0.50	76.9	—	—	—
オオギャラゴ	1	0.44	0.32	72.7	30	9	30.0
ヨザル	1	0.53	0.41	77.4	43	14	32.6
ダスキーティティ	1	0.54	0.41	75.9	—	—	—
コモンリスザル	8	0.83	0.68	81.9	65.6	9.1	14.1
フサオマキザル	1	0.47	0.35	74.5	25	8	32.0
コモンマーモセット	2	0.40	0.28	70.0	25.5	7.0	27.5
シルバーマーモセット	1	0.45	0.32	71.1	22	7	31.8
ゲルディモンキー	1	0.50	0.30	60.0	23	6	26.1
セマダラタマリン	1	0.24	0.16	66.7	15	5	30.0
シロクチャタマリン	1	0.41	0.30	73.2	24	5	20.8
チンパンジー	1	0.80	0.62	77.5	61	14	23.0
平均値		0.52	0.39	73.2	33.4	8.4	26.8
II							
アヌビスヒビ	3	0.73	0.60	82.2	73.5	24.0	32.7
ギニアヒビ	1	0.50	0.37	74.0	—	—	—
シロエリマンガベイ	1	0.68	0.60	88.2	52	15	28.8
バーバリーエイブ	1	0.50	0.37	74.0	38	9	23.7
アカゲザル	1	0.70	0.57	81.4	55	19	34.5
カニクイザル	10	0.78	0.63	79.7	57.7	16.1	27.9
ニホンザル	4	1.20	0.95	78.7	—	—	—
平均値		0.73 *	0.58 *	79.7 *	55.2 *	16.6 **	29.5
III							
フランソワールトン	1	0.55	0.48	81.8	43	9	20.9

(* P<0.05, ** P<0.01, I, II型間での検定) —:未計測

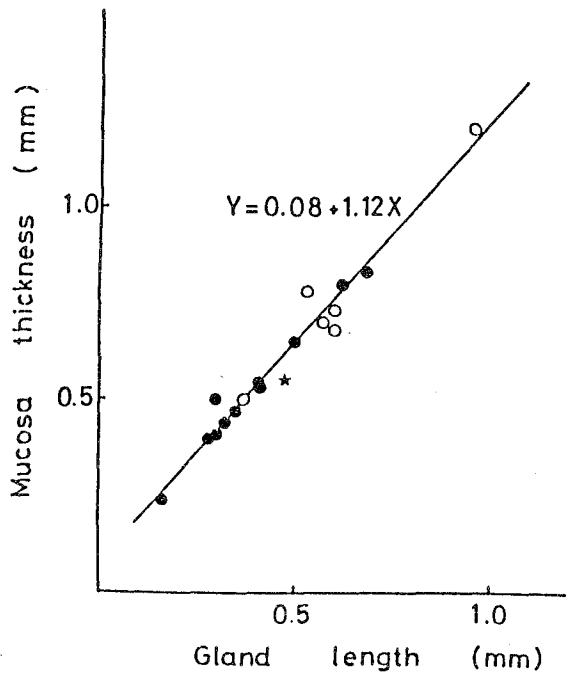


図5 霊長目の胃底腺粘膜と胃底腺の関係

図 4 霊長目の系統と胃腺の分布

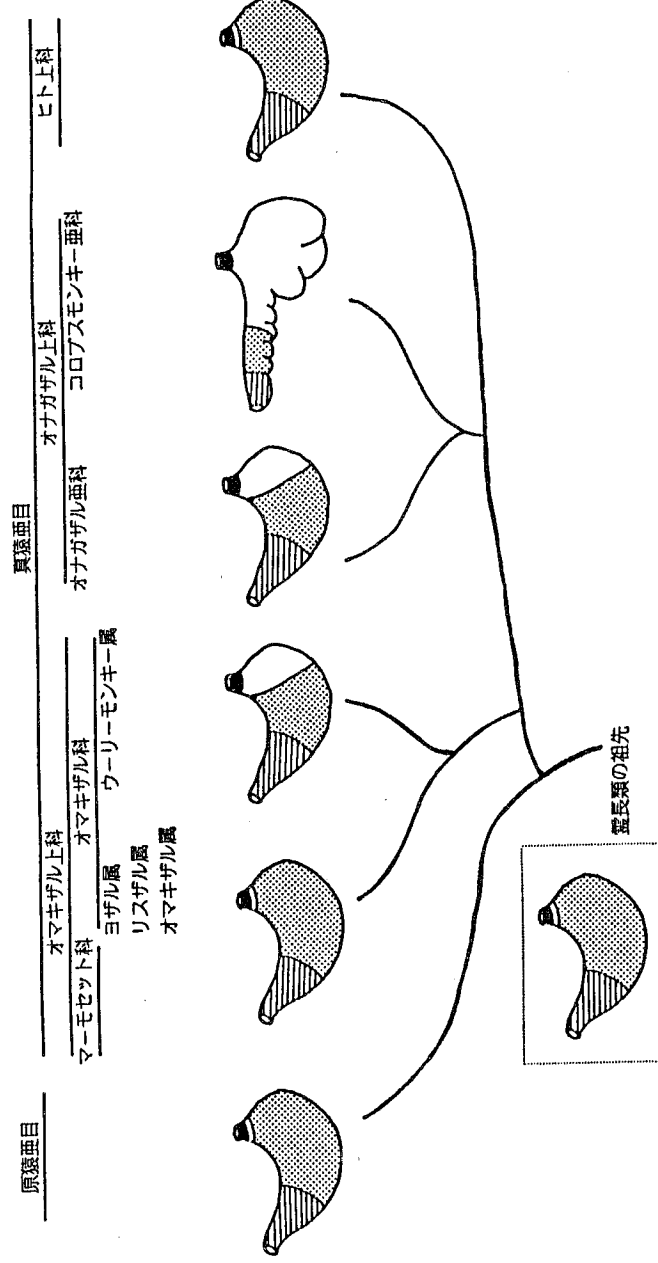


表 6 霊長類の胃粘膜の粘液物質の組織化学的結果

表層粘液細胞

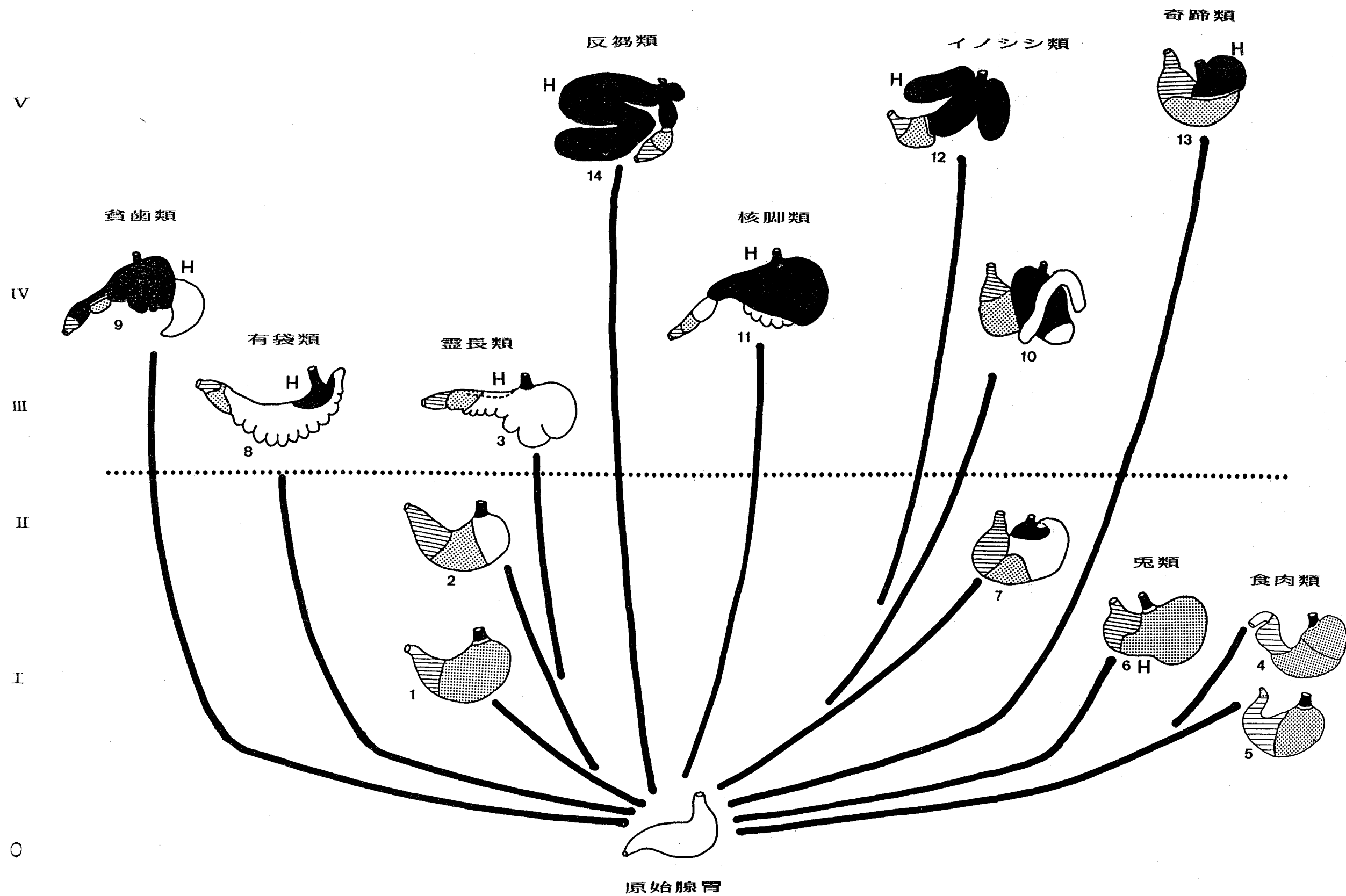
種名	噴門腺細胞		胃底腺細胞		幽門腺細胞	
	中性粘液	シアロムチン	スルフォムチン	中性粘液	シアロムチン	スルフォムチン
I オオギヤラゴ	+	+	-	+	+	-
ヨザル	+	-	-	+	+	-
コモンリスザル	+	-	-	+	+	-
アサオマキザル	+	+	-	+	+	-
コモンマーモセット	+	+	-	+	+	-
シルバーマーモセット	+	+	-	+	+	-
ゲルディモンキー	+	+	-	+	+	-
セマダラタマリン	+	+	-	+	+	-
シロクチャタマリン	+	+	-	+	+	-
チンパンジー	+	+	-	+	+	-
II シロエリマンガバ	+	+	-	+	+	-
バーバリーエイ	+	+	-	+	+	-
アカザル	+	+	-	+	+	-
カニクイザル	+	+	-	+	+	-
ニホンザル	+	+	-	+	+	-
III フランソワールトン	-	-	+	+	+	-

腺系細胞

種名	噴門腺細胞		胃底腺細胞		幽門腺細胞	
	中性粘液	シアロムチン	スルフォムチン	中性粘液	シアロムチン	スルフォムチン
I オオギヤラゴ	+	+	+	+	+	+
ヨザル	+	+	+	+	+	+
コモンリスザル	+	+	+	+	+	+
アサオマキザル	+	+	+	+	+	+
コモンマーモセット	+	+	+	+	+	+
シルバーマーモセット	+	+	+	+	+	+
ゲルディモンキー	+	+	+	+	+	+
セマダラタマリン	+	+	+	+	+	+
シロクチャタマリン	+	+	+	+	+	+
チンパンジー	+	+	+	+	+	+
II シロエリマンガバ	+	+	+	+	+	+
バーバリーエイ	+	+	+	+	+	+
アカザル	+	+	+	+	+	+
カニクイザル	+	+	+	+	+	+
ニホンザル	+	+	+	+	+	+
III フランソワールトン	+	+	+	+	+	+

+: 非常に多量, +: 多量, ++: 少量, T: 極少量, -: 含まない, (): 一部の細胞で観察
*: 胃小窩の細胞, *1: 腺体部の細胞, *2: 腺頸部の細胞, *3: 腺底部の細胞, /: 未観察

図6 哺乳類の胃の形態と胃腺の分布による分類



審 査 結 果 の 要 旨

胃は食物と栄養の吸収に深く関与し、家畜の胃構築とその特徴を明らかにすることは家畜飼養上重要な課題である。本研究は農業用家畜とその近縁野生種若干について、研究が少ない腺胃の胃構築を組織学的及び粘液組織化学的に検討し、尚食性の多様な霊長目の胃構築についても同様に調べて比較した。

著者は先ず偶蹄目反芻亜目の5種、イノシシ亜目の3種と、奇蹄目のウマについて胃底腺の組織学的比較を行った。その結果反芻亜目では腺の発達が草食性の進んだウシ科がシカ科より劣るが、イノシシ亜目ではその逆であることが判明した。粘液組織化学的には草食性の強い種類で酸性粘液が多い傾向があった。次に27種の霊長類の胃粘膜について組織学的に検討し、胃粘膜を構成する腺の分布から3型を区別した。又胃底腺の計測の結果から、単胃では草食性の進むとともに粘膜が厚くなり、複胃では反芻家畜のように薄くなることが認められた。胃粘膜の粘液組織化学的研究の結果からは、草食性の増大とともに酸性粘液特にスルフォムチンが多いことが認められた。

以上の結果を既知の所見と総合考察した結果、著者は哺乳類の胃粘膜型の分布を6型に分類し、これにより大型有蹄家畜の胃構築と食性の関係は、哺乳類の胃構築一般性にもとづくものと特殊性がつよいものとが混在し、極めて複雑であることを明らかにした。これらの知見は家畜の飼養や栄養生理、及び比較形態学的に重要な且つ興味ある示唆を与えるもので、審査員一同は農学博士の学位を授与するに値すると判定した。